



The Delphi n Integrated View

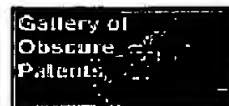
Buy Now: [More choices...](#)Tools: Add to Work File: [Create new](#)View: [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#)Title: **JP2000147579A2: OPTICAL PULSE RECEIVING CIRCUIT**Country: **JP Japan**Kind: **A2 Document Laid open to Public Inspection**Inventor: **NONAKA KOJI;
YAMABAYASHI YOSHIKI;**Assignee: **NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)**Published / Filed: **May 26, 2000 / Nov. 9, 1998**Application Number: **JP1998000318104**IPC Code: **G02F 1/35****BEST AVAILABLE COPY**Priority Number: **Nov. 9, 1998 JP1998000318104**

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To selectively and efficiently receive an optical pulse of prescribed peak power or above and to send out it to a next stage without scrapping a residual signal beam and without changing its phase and intensity information.

SOLUTION: In an optical pulse receiving circuit receiving only the optical pulse of the prescribed peak power or above from an inputted basic wavelength signal beam, an optical resonator formed by two sheets of mirrors 11, 12 at least the one side of which functions as a low reflection film for a basic wavelength, and the both of which function as a high reflection film for a secondary harmonic wavelength, and inputting the basic wavelength signal beam from one side mirror functioning as the low reflection film for the basic wavelength is provided, and optical nonlinear material 13 generating the secondary harmonic wave signal beam from the basic wavelength signal beam inputted at the prescribed peak power by a nonlinear optical effect and a light receiving device 14 not having sensitivity for the basic wavelength and having the sensitivity for the secondary harmonic wavelength are provided in the optical resonator.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

Family: **None**Other Abstract Info: **DERABS G2000-418544 DERABS G2000-418544**[Nominate th](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-147579
(P2000-147579A)

(43)公開日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 2 F 1/35

識別記号

F I
G 0 2 F 1/35

サーチコード(参考)
2 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平10-318104

(22)出願日 平成10年11月9日(1998.11.9)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 野中 弘二

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 山林 由明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74)代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

Fターム(参考) 2K002 AA01 AA02 AB12 AB40 BA02
CA03 EA03 EA30 GA10 HA20

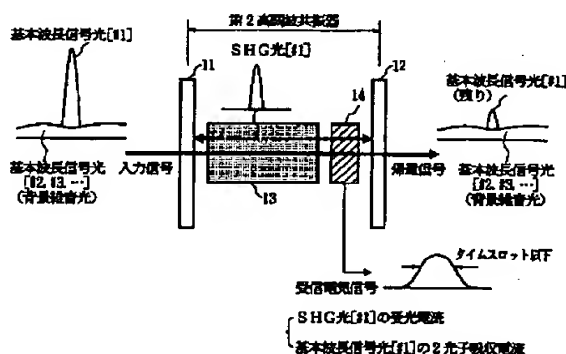
(54)【発明の名称】 光パルス受信回路

(57)【要約】

【課題】 所定のピークパワー以上の光パルスを選択的にかつ効率よく受信し、さらに残りの信号光を廃棄せず、その位相や強度情報を変更せずに次段に送出する。

【解決手段】 入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、基本波長に対して少なくとも一方は低反射膜として機能し、その第2高調波長に対して双方が高反射膜として機能する2枚のミラーにより形成され、基本波長に対して低反射膜として機能する一方のミラーから基本波長信号光を入力する光共振器を備え、光共振器内に、非線形光学効果により所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料と、基本波長に感度を有せず第2高調波長に感度を有する受光器とを備える。

本発明の光パルス受信回路の基本構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、

前記基本波長に対して少なくとも一方は低反射膜として機能し、その第2高調波長（または和周波光波長）に対して双方が高反射膜として機能する2枚のミラーにより形成され、基本波長に対して低反射膜として機能する一方のミラーから基本波長信号光を入力する光共振器を備え、

前記光共振器内に、非線形光学効果により前記所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料と、基本波長に感度を有せず第2高調波長に感度を有する受光器とを備えたことを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項2】 請求項1に記載の光パルス受信回路において、

前記光共振器を形成する反射膜の少なくとも一方は、屈折率差をもつ複数の半導体多層膜であり、

前記受光器は、前記半導体多層膜上にモノリシックに形成された半導体薄膜受光素子であることを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項3】 請求項1に記載の光パルス受信回路において、

前記受光器は、第2高調波信号光から発生する電気信号だけでなく、所定のピークパワー以上の入力信号光に対する2光子吸収効果により発生する電気信号も合わせて出力することを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項4】 請求項1に記載の光パルス受信回路において、

基本波長信号光が入力される第1ミラーは、基本波長に対して無反射で第2高調波長に対して高反射率となる構成であり、

他方の第2ミラーは、基本波長および第2高調波長に対して高反射率となる構成であり、

入力された基本波長信号光のうち第2高調波信号光に変換されなかった基本波長信号光が前記第1ミラーから出力されることを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項5】 入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、

疑似位相整合したQPM結晶を導波路状に加工し、非線形光学効果により前記所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料と、

前記光非線形材料から出力される第2高調波信号光に感度を有し、前記光非線形材料を通過してきた基本波長信号光に感度を有しない受光器とを備えたことを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項6】 入力される基本波長信号光から所定のピーク

パワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、

前記基本波長に対して第1ミラーは低反射膜、第2ミラーは高反射膜として機能し、その第2高調波長（または和周波光波長）に対して第1ミラーは高反射膜、第2ミラーは低反射膜として機能する2枚のミラーにより形成され、第1ミラーから基本波長信号光を入出力し、第2ミラーから第2高調波信号光を出力する2つのミラーを備え、

前記2つのミラー間に、非線形光学効果により前記所定のピークパワー以上の基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料を備え、

前記第2ミラーの第2高調波信号光の出力側に、第2高調波信号光を受光する受光器を備えたことを特徴とする光パルス受信回路。

【請求項7】 請求項6に記載の光パルス受信回路において、

前記受光器の受光面に前記第2ミラーとなる誘電体多層膜を形成し、前記光非線形材料に前記第1ミラーとなる誘電体多層膜を形成し、第1ミラー、光非線形材料、第2ミラー、受光器の順に張り合わせた構成であることを特徴とする光パルス受信回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、背景光雑音を含む入力信号光から所定のピークパワー以上の信号光を高い消光比で受信する光パルス受信回路に関する。

【0002】また、光情報処理や光交換システム等に用いられる符号多重化された信号光を復調する際に、高い消光比による選択性を利用して所定の信号光のみを受信し、それ以外の信号光は廃棄せずに光伝送路にそのまま戻すことができる光パルス受信回路に関する。

【0003】

【従来の技術】光パルス受信における背景光雑音は、信号対雑音比を劣化させる大きな要因になっている。この背景光雑音は、誘導放出を利用する光増幅器を用いた光増幅多中継光伝送システムでは、増幅のたびに重畳される自然放出光雑音が後段の光増幅器で増幅されることによる増幅自然放出光（ASE（Amplified Spontaneous Emission））が原因になっている。一般に、ASEは信号光に比べてスペクトルが広いため、信号品質改善の手段として光バンドパスフィルタを用いてこれを除去するが、信号光と同じ周波数帯域内のASEは除去できない。同様の問題は、電灯の光や太陽光が背景雑音光として混入する空間光伝送における光パルス受信器でも発生する。

【0004】最近、光のままで、光信号パルスのスペクトル成分に対する位相符号化、またはタイムスロットを時間分割したチップを強度符号化して伝送し、所定の送信局からの信号光だけ選択的に再生して受信する信号処

理技術(光CDMA)が提案されている(参考文献: Ja ward A.Salehi, "Emerging Optical Code-Division Multiple Access Communications Systems," IEEE Network, March 1989, p.31-39)。長距離光伝送技術では、光パルスの位相以外にも波長、分散を変調することにより、光パルスのピーク強度を抑圧し、非線形の影響の少ない波形でしかも多くの信号を多重化する構成が提案されている。

【0005】図6は、光CDMAシステムの概略構成を示す。図において、各送信端局の光CDMAエンコーダ61-1~61-nは、光パルスの複数のスペクトル成分に対して受信端局を一意に指定するパターンで位相符号化する方式、またはタイムスロットを時間分割したチップを受信端局を一意に指定するパターンで強度符号化する方式により、送信信号光を生成する。各送信信号光は、ランダムに符号化されてピークパワーの低くなった形状の光パルスとなり、さらに光スターカブラ62で混合されて分配され、ネットワークに接続されるすべての受信端局に配信され、それぞれの光CDMAデコーダ63-1~63-nに入力される。受信端局には、すべての送信端局からの信号光が重畳されて入力されるので、各光CDMAデコーダでは各受信端局固有のパターンで復調する。その結果、所定の送信端局からの信号光のみがピークパワーの高い光パルスに復元され、それ以外の送信端局からの信号光は背景雑音光となる。

【0006】図7は、光CDMAシステムにおける従来の光パルス受信回路の構成例を示す。図において、光パルス受信回路は、送信側の光エンコーダに対応する光デコーダ71、超高速の受光器72、超高速AC電気増幅器73、クロック再生回路74、識別回路(Dフリップフロップ)75により構成される。信号光#1を抽出する光デコーダ71は、信号パルス#1のピークパワーを大きくし、他の信号光#2, #3, ...を背景雑音光として出力する。受光器72は、ピークパワーの差を利用して信号光#1を受光するため、信号ビットレートに関わらず短パルスのピーク値が十分識別できるほどの超高速性が要求される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】光増幅多中継光伝送システムにおけるASEや、空間光伝送システムにおける電灯の光や太陽光は、上述したように背景雑音光として信号対雑音比を劣化させる要因になっている。

【0008】光CDMAシステムの受信端局では、所定の送信端局からの信号光のみを光パルスに復元し、それ以外の送信端局からの信号光は背景雑音光となるので、消光比を劣化させ、多重度を制限する。また、復元対象にならない大部分の信号光成分は背景雑音光として廃棄されるので、エネルギー効率も多重度が増えるほど悪化する。例えば、図6の構成では、各系列ごとに送信電力の $1/n$ 以下しか有効に受信されず、残りの $(n-1)$

$/n$ は非受信端局で背景雑音光として廃棄されていた。この構成は、すべての受信端局に同時に、一方的に情報を配信する放送型通信では都合がよいが、1対1の通信においては非常に電力の無駄が多い通信網と言える。

【0009】さらに、復元された光パルスは、ピークパワーの差を利用して背景雑音光と分離する必要があるので、短パルス光のピーク値を十分に識別できるほどの超高速の受光素子が不可欠となる。すなわち、復元された光パルスを識別するためには、ビットレートに比べて遙かに広帯域の受光素子や、増幅器、識別器などの電気回路を必要とする。また、受信端局に到達するパワーも小さいため高感度の受光素子が要求される。このため、各受信端局が非常に高コストな構成になるという問題があった。

【0010】また、ビットレートと同程度の帯域をもつ通常の受光器では、多重度の逆数で信号オン/オフ比が制限されるので、数チャネル程度の多重度で実用的でないシステムになってしまう。

【0011】本発明は、所定のピークパワー以上の光パルスを選択的にかつ効率よく受信し、さらに残りの信号光を廃棄せず、その位相や強度情報を変更せずに次段に送出することができる光パルス受信回路を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、基本波長に対して少なくとも一方は低反射膜として機能し、その第2高調波長に対して双方が高反射膜として機能する2枚のミラーにより形成され、基本波長に対して低反射膜として機能する一方のミラーから基本波長信号光を入力する光共振器を備え、光共振器内に、非線形光学効果により所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料と、基本波長に感度を有せず第2高調波長に感度を有する受光器とを備える(請求項1)。

【0013】本構成において、光共振器を形成する反射膜の少なくとも一方は、屈折率差をもつ複数の半導体多層膜であり、受光器は、半導体多層膜上にモノリシックに形成された半導体薄膜受光素子としてもよい(請求項2)。また、受光器は、第2高調波信号光から発生する電気信号だけでなく、所定のピークパワー以上の入力信号光に対する2光子吸収効果により発生する電気信号も合わせて出力する構成としてもよい(請求項3)。また、基本波長信号光が入力される第1ミラーは、基本波長に対して無反射で第2高調波長に対して高反射率となる構成であり、他方の第2ミラーは、基本波長および第2高調波長に対して高反射率となる構成であり、入力された基本波長信号光のうち第2高調波信号光に変換されなかった基本波長信号光が第1ミラーから出力される構

成としてもよい(請求項4)。

【0014】本発明は、入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、疑似位相整合したQPM結晶を導波路状に加工し、非線形光学効果により所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料と、光非線形材料から出力される第2高調波信号光に感度を有し、光非線形材料を通過してきた基本波長信号光に感度を有しない受光器とを備える(請求項5)。

【0015】本発明は、入力される基本波長信号光から所定のピークパワー以上の光パルスのみを受信する光パルス受信回路において、基本波長に対して第1ミラーは低反射膜、第2ミラーは高反射膜として機能し、その第2高調波長(または和周波長)に対して第1ミラーは高反射膜、第2ミラーは低反射膜として機能する2枚のミラーにより形成され、第1ミラーから基本波長信号光を入出力し、第2ミラーから第2高調波信号光を出力する2つのミラーを備え、2つのミラー間に、非線形光学効果により所定のピークパワー以上の基本波長信号光からその第2高調波信号光を発生する光非線形材料を備え、第2ミラーの第2高調波信号光の出力側に、第2高調波信号光を受光する受光器を備える(請求項6)。

【0016】本構成において、受光器の受光面に第2ミラーとなる誘電体多層膜を形成し、光非線形材料に第1ミラーとなる誘電体多層膜を形成し、第1ミラー、光非線形材料、第2ミラー、受光器の順に張り合わせた構成としてもよい(請求項7)。

【0017】

【発明の実施の形態】(基本構成：請求項1)図1は、本発明の光パルス受信回路の基本構成を示す。なお、前段の光デコーダの復調処理による短パルス化により、チャネル#1が所定のピークパワー以上の基本波長信号光として入力され、他のチャネル#2、#3、…は符号化されたまま短パルス化されず、ピークパワーは小さいまま背景雑音光として入力される。

【0018】第1ミラー11および第2ミラー12は、入力信号光の基本波長に対して透明であり、その第2高調波長に対して高反射率を有し光共振器を形成する。この第1ミラー11と第2ミラー12との間に、非線形光学効果により所定のピークパワー以上で入力される基本波長信号光からその第2高調波信号光(以下「SHG光」という)を発生する光非線形材料13と、基本波長に感度を有せず第2高調波長に感度を有する受光器14を配置する。

【0019】このような構成により、第1ミラー11から入力されるチャネル#1の基本波長信号光は、光非線形材料13でSHG光に変換され、その基本波長信号光成分の大部分は消滅して第2ミラー12を通過する。また、他のチャネルの信号光はSHG光への変換はほとん

ど行われずに第2ミラー12を通過する。発生したSHG光は受光器14で光吸収され、電気信号に変換される。また、SHG光は、第1ミラー11と第2ミラー12との間で反射を繰り返す、その都度受光器14に入力され、電気信号に変換される。

【0020】高速応答可能な受光器14は、吸収領域(空乏層)が薄いことにより必ずしも1回のSHG光通過ですべての信号を吸収することはできない。本発明の構成では、光共振器内でSHG光が多重反射して受光されるので、最終的には100%受光することができる。このSHG光は、他の信号光(背景雑音光を含む)と波長が異なるので高いS/N比が得られ、受光器14は超短パルス波形を再現できるほど高速でなくても、信号ビットレート程度の高速度性が確保できれば十分利用可能である。

【0021】ただし、多数回反射を利用した信号完全受信では、共振器長と有効反射回数により受信時間遅延が生じる。しかし、使用する受光器14の時間分解能は高々ビットレートとほぼ同等でよいので、この応答時間の半分程度の遅延であれば受信波形にあまり影響は出ない。例えば、図1の構成において、光パルス幅5ps、ビットレート100ps、受信帯域10GHz程度で受光器14と光非線形材料13を含んだ実効共振器長が1cmの場合、共振器内を1往復ならば信号波形の時間劣化は65ps以内となり許容できるが、その際にSHG光が受光器14を通過する回数は、基本波長信号光の進行方向に発生するSHG光と逆方向に発生するSHG光を合わせて4回になる。この4回の受光器通過によりほぼ90%以上の受信を実現するためには、受光領域を1通過あたり45%の吸収が必要になる。Si受光器を用いた場合には、n空乏層の厚さが2.6μmに当たり、10Gbit/sの信号速度にも十分応答可能である。ビットレートが遅い場合は、さらに許容反射回数が増えるが、受信器の応答速度も遅くてよいので空乏層の厚み、つまり光吸収率も増加可能である。このため受光感度向上のために無理に反射回数(反射率)を高める必要はない。共振器長を小さくするならば、さらに高ビットレートへの応答も可能となる。

【0022】以上示したように、第2ミラー12はSHG光に対して高い反射率が望ましいが、第1ミラー11はSHG光に対して高々1~2回の多重反射を繰り返す反射膜であれば十分なので、通常70%以上の反射率が確保できる設計であれば実用に耐える。

【0023】また、受光器14中では、入力信号光のピークパワーが高い場合、2光子吸収現象により受光感度の無い波長の光(ここでは、SHG光に変換しきれなかった#1の基本波長信号光)に対しても、光子エネルギーの2倍まで電子正孔対が励起されて、光起電力を生ずる。この2光子吸収現象により、入力パワーの2乗に比例して吸収受信領域での電流が増し、SHG光の受光により発生する電流に加算されるので、本光パルス受信回

路の弁別性能向上させることができる(請求項3)。

【0024】(第1の実施形態:請求項1, 2, 4)図2は、本発明の光パルス受信回路の第1の実施形態を示す。図において、基本波長信号光からSHG光を発生する光非線形材料には、SHG結晶(誘電体KTP、LiNbO₃結晶等)23を用い、このSHG結晶23に誘電体多層膜21を直積蒸着して第1ミラーを形成する。第2ミラーには、屈折率差をもつ複数の半導体多層膜22を用いる。受光器には、半導体の薄膜アバランシェフォトダイオード(薄膜APD)24を用いる。

【0025】また、薄膜APD24は、図2に示すように、半導体基板25上に半導体多層膜22を成長する際に同時に結晶成長を行い、プロセスで電極を形成することによりモノリシックに形成してもよい。この半導体モノリシック構造部分と、SHG結晶23および誘電体多層膜21を張り合わせるにより、極めてコンパクトな光パルス受信回路を構成することができる。なお、第2ミラーとして半導体多層膜22を用いる代わりに、薄膜APD24の裏面に誘電体多層膜や金反射膜を形成したものをを用いてもよい。また、モノリシックに形成される半導体多層膜22と薄膜APD24の上に、位相整合した半導体SHG領域、さらに誘電体多層膜21を結晶成長させることも可能である。

【0026】本実施形態の構成では、誘電体多層膜21が入力信号光の基本波長に対して透明であり、その第2高調波長に対して高反射率を有し、半導体多層膜22が基本波長および第2高調波長に対して高反射率を有する。

【0027】デコーダ(図外)で復元されたピークパワーの高い基本波長信号光(＃1)は、誘電体多層膜21を通過してSHG結晶23に入力され、その大部分がSHG光に変換される。さらに、変換しきれなかった部分が基本波長に透明な薄膜APD24を通過し、半導体多層膜22で反射して再びSHG結晶23に入力されてSHG光に変換される。発生したSHG光は、誘電体多層膜21と半導体多層膜との間に閉じ込められ、最終的にはほぼすべてが薄膜APD24に吸収されて電気信号に変換される。

【0028】また、受光器として用いられる薄膜APD24やpinフォトダイオードなどは、本来バンドギャップエネルギーで規定される波長より低エネルギーの波長の光には感度をもたない。しかし、ピークパワーが高い場合には、薄膜APDの活性層付近で2光子吸収現象により受信電流が流れる。したがって、SHG光に変換しきれなかった基本波長信号光(＃1)が薄膜APD24を通過する際に、この2光子吸収現象による電流が流れ、SHG光の受信電流に加算されて出力されるので、基本波長信号光(＃1)の受信感度がさらに向上する。

【0029】その他のチャネルの信号光はピークパワーが低いままであるので、誘電体多層膜21を通過してS

HG結晶23に入力してもSHG光に変換されず、さらに薄膜APD24で2光子吸収現象も生じさせずに通過し、半導体多層膜22で反射する。そして、再び薄膜APD24およびSHG結晶23を通過して誘電体多層膜21から出力される。このとき、入力時の位相や強度情報は維持されたまま出力される。光サーキュレータ26は、基本波長信号光の入出力を分離するために用いられる。

【0030】第1ミラーおよび第2ミラーは、半導体多層膜でも誘電体多層膜でも1/2位相と1/4位相などの組み合わせで構成される光学干涉多層膜により、容易に必要な透過・反射特性を実現することができる。図3(a)は、入力信号光の基本波長(1550nm)に対して透明であり、その第2高調波長(780nm)に対して高反射率を有する第1ミラー(半導体多層膜21)の反射特性を示す。図3(b)は、基本波長および第2高調波長に対して高反射率を有する第2ミラー(誘電体多層膜22)の反射特性を示す。図3(c)は、薄膜APD24の受光感度特性を示す。なお、図1の基本構成に示す第2ミラー12は、図3(a)に示す反射特性のものをを用いればよい。

【0031】なお、本実施形態の構成では、基本波長信号光がSHG結晶23を往復する際にそれぞれSHG光を発生させ、さらに発生したSHG光も光共振器内の薄膜APD24で吸収されるまで往復するために、時間遅延が発生する。しかし、薄膜APD24とSHG結晶23を挟み込んだ共振器長は、モノリシックミラー等を利用すると高々数mm以下であり、波形は高々10ps以下の時間広がりには収まるので問題はない。

【0032】ところで、SHG光生成に用いられる光非線形材料が高い変換効率を得るためには、結晶内を長く伝搬させる必要がある。そのため、本実施形態のように基本波長信号光の折り返し構成や、SHGの共振器構成を用いている。しかし、一般には最も効率のよい面方位であるD33方向については、伝搬定数のミスマッチにより急速な位相不整合が生じ、長く相互作用させることが難しい。そこで、イオン注入などの処理をして周期的に群速度分散を補正してやることにより、高い効率を保ったまま長い相互作用長を維持するようにする。このような疑似位相整合(QPM)を用い、入力信号光に対して閉じ込めのよい光導波路を構成すれば、第1の実施形態で示したような平板を用いる場合より、高い相互作用効率と光密度が得られる。このような光導波路状の光非線形材料は、ネットワークに用いられる光ファイバともモード結合効率がよく、受光感度もよい光パルス受信回路を構成することができる。本構成例について、第2の実施形態として以下に示す。

【0033】(第2の実施形態:請求項5)図4は、本発明の光パルス受信回路の第2の実施形態を示す。図において、基本波長信号光からSHG光を発生する光非線

形材料にはLN-QPM結晶33を用い、このLN-QPM結晶33の一端に無反射コーティング31を介して光ファイバ37を接続する。LN-QPM結晶33の他端にはSHG光に感度を有する受光器34を配置する。受光器34の裏面には、第2ミラーとなる半導体多層膜32を形成する。

【0034】基本波長信号光は、光ファイバ37および光サーキュレータ36を介してLN-QPM結晶33に入力され、高いピークパワーを有する基本波長信号光の大部分がSHG光に変換され、受光器34で受光される。また、受光器34で受光されなかったSHG光は、半導体多層膜32で反射し、受光器34で再度受光される。LN-QPM結晶33でSHG光に変換されなかった他のチャネルの基本波長信号光は、半導体多層膜32で反射し、受光器34およびLN-QPM結晶33を通過し、光サーキュレータ36を介して入力信号光と分離して出力される。このとき、入力時の位相や強度情報は維持されたまま出力される。

【0035】ところで、第2の実施形態の構成は、半導体多層膜32の上に受光器34を形成したものであり、回路構成は簡単であるが、厚膜の結晶成長に負担がかかる。また、受光器の裏面に蒸着した金反射膜等を利用する場合には、受光器基板がごく薄いものでないと、受光漏れしたSHG光の再利用は難しい。

【0036】(第3の実施形態：請求項6, 7) 図5は、本発明の光パルス受信回路の第3の実施形態を示す。図において、基本波長信号光からSHG光を発生する光非線形材料には、SHG結晶43を用い、このSHG結晶43に誘電体多層膜41を直接蒸着して第1ミラーを形成する。受光器には、Si-APD等の低雑音、高感度で安価な受光器44を用い、その受光面に第2ミラーとなる誘電体多層膜42を形成する。この2つの素子を張り合わせて光パルス受信回路を構成する。

【0037】本実施形態の構成では、誘電体多層膜41が入力信号光の基本波長に対して透明であり、その第2高調波長に対して高反射率を有し、誘電体多層膜42が第2高調波長に対して透明であり、基本波長に対して高反射率を有する。

【0038】デコーダ(図外)で復元されたピークパワーの高い基本波長信号光(＃1)は、誘電体多層膜41を通過してSHG結晶43に入力され、その大部分がSHG光に変換される。このSHG光は、誘電体多層膜42を通過して受光器44に吸収されて電気信号に変換される。さらに、SHG結晶43でSHG光に変換しきれなかった基本波長信号光(＃1)は半導体多層膜42で反射し、再びSHG結晶43に入力されてSHG光に変換される。このSHG光は、誘電体多層膜41で反射し、誘電体多層膜42を通過して受光器44に吸収されて電気信号に変換される。

【0039】その他のチャネルの基本波長信号光はピー

クパワーが低いままであるので、誘電体多層膜41を通過してSHG結晶43に入力してもSHG光に変換されず、誘電体多層膜42で反射する。そして、再びSHG結晶43を通過して誘電体多層膜41から出力される。このとき、入力時の位相や強度情報は維持されたまま出力される。

【0040】本実施形態では、SHG光の多数回反射は利用できないが、受光器44として空乏層の光吸収効率のよいGaAs等の受光素子を用いることにより、1回の透過で十分な光吸収が得られるので問題はない。これにより、安価な構成で所定の信号光を受信し、他の信号光を廃棄せずに出力できる光パルス受信回路を実現することができる。

【0041】なお、以上示した各実施形態では、基本波長信号光は多重反射による位相変化が起きないので、受信しなかった信号成分はそのまま次段に転送して別のノードで利用することが可能となる。一方、デコーダで復調された光パルスのエネルギーのほとんどはSHG光の生成に消費されるので、次段へは転送されない。特に、第1の実施形態および第3の実施形態のように、SHG結晶23, 43を光パルスが2回通過する構成や、第2の実施形態のようにLN-QPM結晶33を光パルスが通過する構成では、ほとんどの光パルス成分は消滅する。生成されたSHG光は、第1の実施形態では受光器24を多数回通過して完全に光電変換されるので変換効率が高く、第3の実施形態では高感度の受光器44を用いることにより変換効率が高い。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光パルス受信回路は、所定のピークパワー以上の光パルスを受信する際に、そのSHG光を発生させて受光する構成をとることにより、信号対雑音比を改善することができる。

【0043】誘導放出を利用する光増幅器を用いた長距離光伝送システムでは、自然放光の累積による消光比劣化による符号誤り率の低下を抑えるためにリードソロン符号などを適用し、クロックレートの上昇と引き換えに低誤り率を達成している。本発明の光パルス受信回路を用いることにより、クロックレートの上昇なしに低誤り率の長距離光伝送システムを実現することができる。

【0044】従来の光CDMA方式では、最適識別レベルが他の送信端局の信号マーク率や稼働状況に応じて変動することがある。本発明の光パルス受信回路を用いることにより、他の送信端局からの信号光が電気信号に変換される割合が抑圧されるので、背景雑音光レベル変動による擾乱に影響されにくい光CDMA方式を実現することができる。

【0045】また、請求項1～4の光パルス受信回路では、第2高調波長に対して高反射率、基本波長に対して低反射率のミラーで構成された光共振器中に、SHG光

を発生する光非線形材料とSHG光を受光する受光器を配置することにより、ピークパワーの高い信号成分のみを選択的に電気信号として受信および終端することができる。さらに、受光器内では、高いピークパワーの信号光に対して2光子吸収による電流が生ずるが、これもSHG光と同じく信号光パワーに対して非線形な感度特性をもつので、信号の識別感度を高めることができる。

【0046】請求項5～7の光パルス受信回路では、SHG光への変換効率の高い光非線形材料(QPM結晶)を用いたり、SHG光に対して受光感度の高い受光器を用いることにより、ピークパワーの高い信号成分のみを選択的かつ効率的に電気信号として受信および終端することができる。

【0047】また、いずれの光パルス受信回路においても、受信しない基本波長信号光を位相や強度情報を劣化させずに次段に送信し、再利用できる構成であるので、信号エネルギー利用効率の高いシステムを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光パルス受信回路の基本構成を示す図。

【図2】本発明の光パルス受信回路の第1の実施形態を示す図。

【図3】誘電体多層膜21、半導体多層膜22、受光器24の特性を示す図。

【図4】本発明の光パルス受信回路の第2の実施形態を示す図。

【図5】本発明の光パルス受信回路の第3の実施形態を示す図。

【図6】光CDMAシステムの概略構成を示す図。

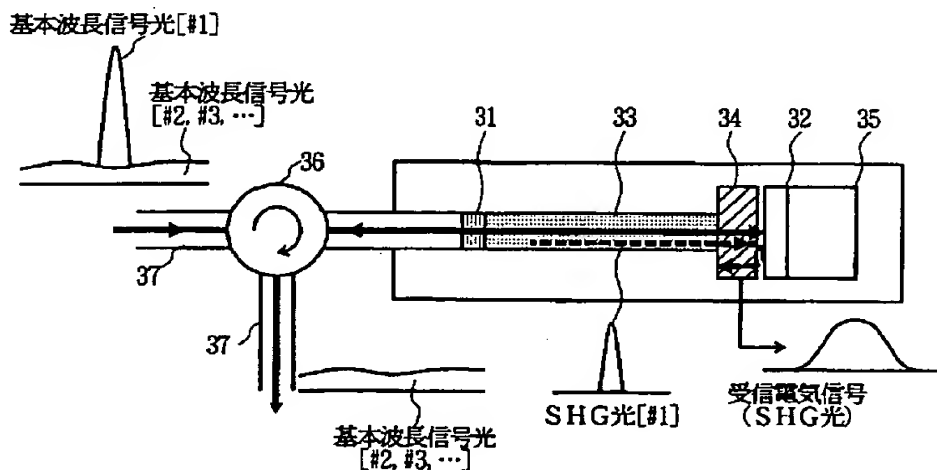
【図7】光CDMAシステムにおける従来の光パルス受信回路の構成例を示す図。

【符号の説明】

- 11 第1ミラー
- 12 第2ミラー
- 13 光非線形材料
- 14 受光器
- 21 誘電体多層膜
- 22 半導体多層膜
- 23 SHG結晶
- 24 薄膜アバランシェフォトダイオード(薄膜APD)
- 25 半導体基板
- 26 光サーキュレータ
- 31 無反射コーティング
- 32 半導体多層膜
- 33 LN-QPM結晶
- 34 受光器
- 35 半導体基板
- 36 光サーキュレータ
- 41, 42 誘電体多層膜
- 43 SHG結晶
- 44 受光器
- 61 光CDMAエンコーダ
- 62 光スターカブラ
- 63 光CDMAデコーダ
- 71 光デコーダ
- 72 超高速の受光器
- 73 超高速AC電気増幅器
- 74 クロック再生回路
- 75 識別回路

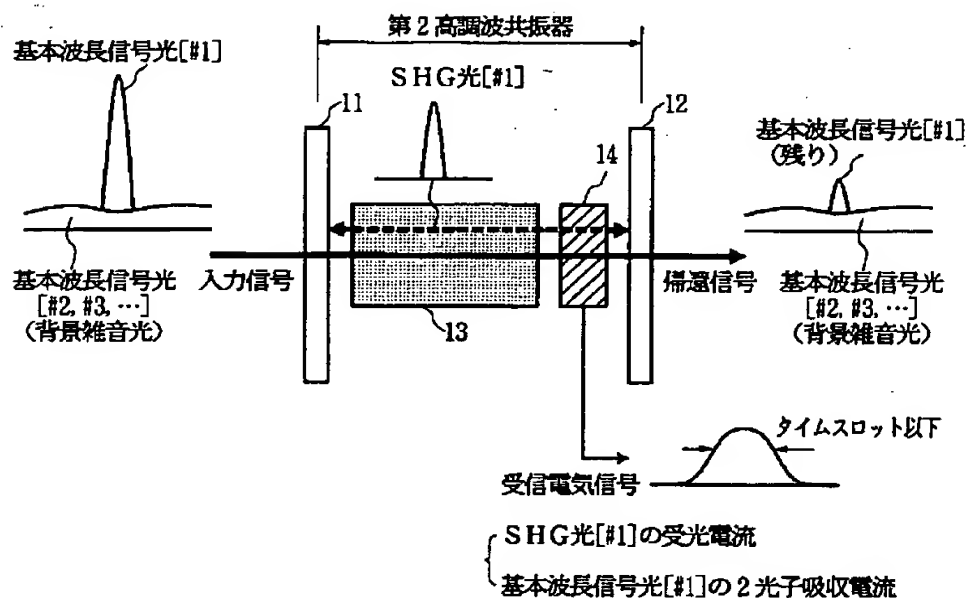
【図4】

本発明の光パルス受信回路の第2の実施形態



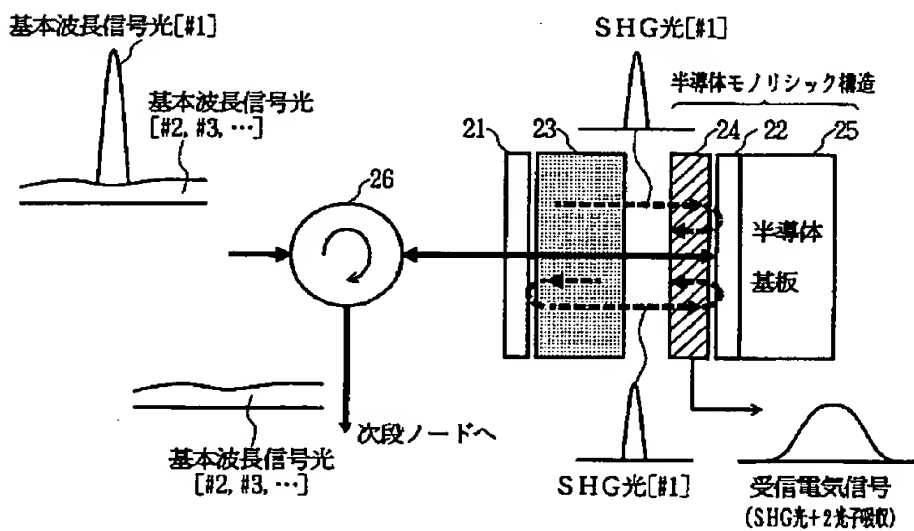
【図1】

本発明の光パルス受信回路の基本構成



【図2】

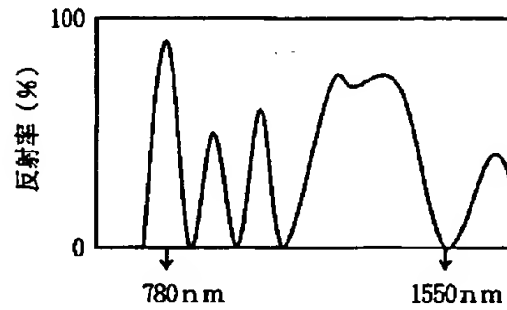
本発明の光パルス受信回路の第1の実施形態



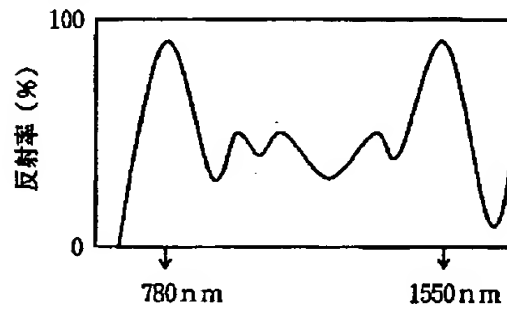
【図3】

誘電体多層膜21、半導体多層膜22、受光器24の特性

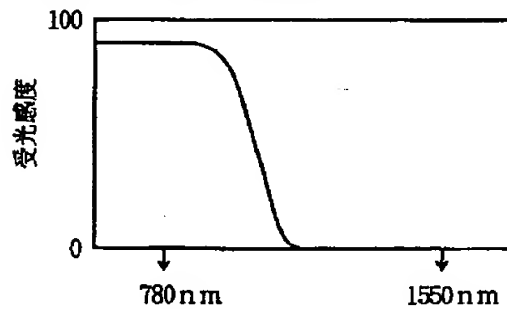
(a) 誘電体多層膜21の反射特性



(b) 半導体多層膜22の反射特性

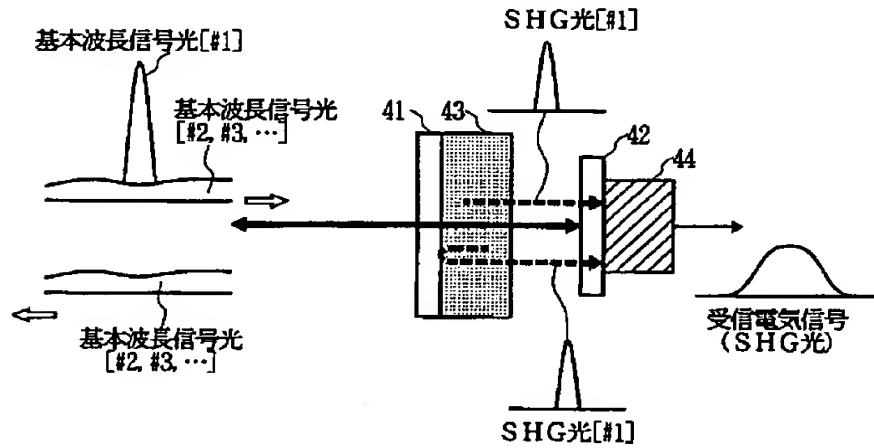


(c) 薄膜APD24の受光感度特性



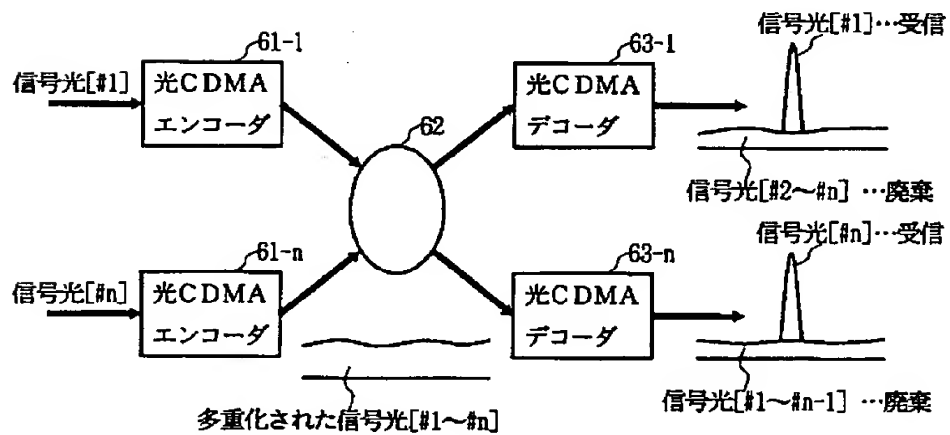
【図5】

本発明の光パルス受信回路の第3の実施形態



【図6】

光CDMAシステムの概略構成



【 図 7 】

光CDMAシステムにおける従来の光パルス受信回路の構成例

